

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-250786

(43)Date of publication of application : 27.09.1996

(51)Int.Cl.

H01S 3/08  
H01S 3/14

(21)Application number : 07-307128

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 27.11.1995

(72)Inventor : NAKAYAMA TAKAHIRO  
TSUNODA ATSUSHI

(30)Priority

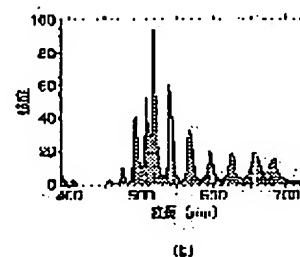
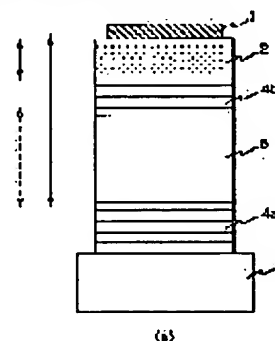
Priority number : 07 1708 Priority date : 10.01.1995 Priority country : JP

## (54) LIGHT EMITTING ELEMENT HAVING MULTIPLE RESONANCE STRUCTURE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a desired emission spectrum from a single conventional light emitting element from which a prescribed emission spectrum has been obtained only when the element is combined with another element by constituting the element in a multiple resonance structure.

**CONSTITUTION:** A light emitting element is constituted so that output light of a desired wavelength can be obtained from the element by resonating the light emitted from an organic light emitting layer by means of first and second resonators by successively forming a first half mirror layer 4a, buffer layer 5, second half mirror layer 4b, transparent electrode, organic light emitting layer, and metallic electrode which also works as a reflecting mirror on a transparent substrate so that the first resonator can be constituted between the second half mirror layer 4b and metallic electrode and second resonator can be constituted between the first half mirror layer 4a and metallic electrode.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3319251

[Date of registration] 21.06.2002

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

特開平8-250786

(43) 公開日 平成8年(1996)9月27日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S 3/08			H 0 1 S 3/08	Z
3/14			3/14	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-307128

(22) 出願日 平成7年(1995)11月27日

(31) 優先権主張番号 特願平7-1708

(32) 優先日 平7(1995)1月10日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 中山 隆博

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 角田 敦

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

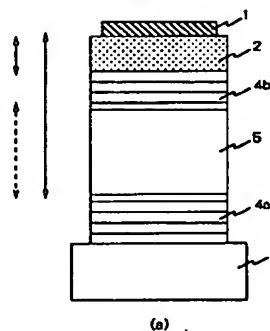
(54) 【発明の名称】 多重共振構造を有する発光素子

(57) 【要約】

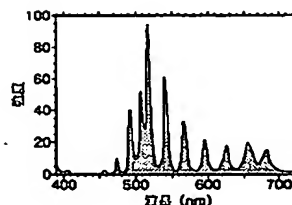
【課題】従来、2の素子を組み合わせて所定の発光スペクトルを得ていた有機発光素子を、多重の共振構造に構成することにより、1つの素子で所望の発光スペクトルを得られるようにする。

【解決手段】透明基板上に、第1のハーフミラー層、バッファ層、第2のハーフミラー層、透明電極、有機の発光層、反射鏡を兼ね備えた金属電極の順に構成することによって、第2のハーフミラー層と金属電極間で第1の共振器を、第1のハーフミラー層と金属電極間で第2の共振器を構成することによって、前記有機発光層で発生した光を第1及び第2の共振特性によって、所望の波長の出力光を得るように構成した。

図 1



(a)



(b)

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】透明基板と、ハーフミラー層と、発光層と、反射鏡からなる光励起式発光素子において、前記ハーフミラー層と発光層間に複数のバッファ層とハーフミラー層を形成することにより前記反射鏡と各ハーフミラー層間で共振器を形成したことを特徴とする多重共振構造を有する発光素子。

【請求項 2】透明基板と、ハーフミラー層と、電極層と、発光層と、反射鏡と電極を兼用した金属薄膜層からなる発光素子において、前記ハーフミラー層と発光層間に複数のバッファ層とハーフミラー層を形成することにより前記反射鏡と各ハーフミラー層間で共振器を形成したことを特徴とする多重共振構造を有する発光素子。

【請求項 3】請求項 1 または、2 において、前記発光層が有機物で構成されていることを特徴とする多重共振構造を有する発光素子。

【請求項 4】透明基板上に第 1 のハーフミラー層、透明のバッファ層、第 2 のハーフミラー層、光を当てることにより発光する発光層、反射鏡用の金属薄膜層を積層し、前記反射鏡と前記第 2 のハーフミラー層間で第 1 の共振器を、前記反射鏡と前記第 1 のハーフミラー層間で第 2 の共振器を構成した多重共振構造を有する発光素子。

【請求項 5】透明基板上に第 1 のハーフミラー層、透明のバッファ層、第 2 のハーフミラー層、透明電極、発光層、反射鏡と電極を兼用した金属薄膜層を積層し、前記金属薄膜層の反射鏡と前記第 2 のハーフミラー層間で第 1 の共振器を、前記反射鏡と前記第 1 のハーフミラー層間で第 2 の共振器を構成した多重共振構造を有する発光素子。

【請求項 6】請求項 4 または、5 において、前記発光層が有機物で構成されていることを特徴とする多重共振構造を有する発光素子。

【請求項 7】請求項 4 または、5 において、前記バッファ層が外部からの信号に応じて発光層で発生した光の光路長を可変制御できることを特徴とする多重共振構造を有する発光素子。

【請求項 8】請求項 7 において、前記バッファ層が透明電極層の間に、液晶層を形成した層で構成されていることを特徴とする多重共振構造を有する発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光発光素子に係り、特に発光スペクトルを目的に応じて可変できる有機発光素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来微小共振構造を有する有機発光素子としては、電子情報通信学会論文誌「微小共振機構造を利用した有機発光素子による多色発光素子の検討」（中

山、他 2 : C-11, Vol. J77-C-11, No. 10, P 437-443, 1994 年 10 月）に示されるように、2 個の反射鏡の間に発光素子を設け、その間で共振する構成としたものがある。

【0003】即ち、従来の微小共振構造の発光素子の構造は、基板上に多層薄膜からなるハーフミラーを形成する。次に、その上に ITO（インジウム-錫酸化膜）で透明電極を形成する。さらにその上にトリフェルジミン誘導体、及びアルミキレートからなる発光層を設け、その上に金属薄膜の反射鏡を兼用した電極を設けた構成としている。この構成では、発光層で発光した光は電極とハーフミラーの間で共振をして、特定の波長の光のみハーフミラーから外部に出射されるものである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来の微小共振構造を用いた有機発光素子は、共振器の特徴である発光スペクトルを有していた。すなわち、反射鏡間の実効的な光学距離の 2 倍に、反射面において生じる位相シフトによる波長分を加えた長さを、取り出す波長の整数倍にすることにより共振を得ているため、それを満たすように素子設計をすることが要請される。

【0005】一方、多くの場合、薄膜デバイスはその機能と構造に応じて、膜厚にそれぞれ設計上の制限がある。例えば、液晶素子であればこれまでに報告されている多くのものは、膜厚の領域が  $\mu\text{m}$  のオーダーであり、これは発光波長より 1 桁程度長いものである。

【0006】これらの要請と、制限のミスマッチのため、共振器内に十分な長さを取れない、などの理由によって、要求される機能を実現できないことがしばしばあった。本発明の目的は、上記問題点を解決し、所望のスペクトルの発光を得ることのできる有機発光素子を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では基板上に、第 1 のハーフミラー層を形成し、その上に所定の間隔を得るために、酸化シリコンの透明膜を設け、さらにその上に第 2 のハーフミラー層を設け、前記第 2 のハーフミラー層上に ITO の電極を設け、その上に発光素子層を設け、さらにその上に金属薄膜の反射鏡を兼ねた電極を設けた構成とした。また、光励起発光素子構成の場合は、前記の ITO が不要であり、金属薄膜も反射鏡として用いるものである。

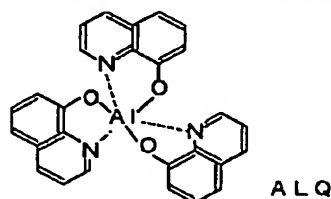
【0008】上記のように 2 重の共振構造とすることにより、複数の共振器の特性を組み合わせたものを 1 つの素子で実現することができる。

## 【0009】

【発明の実施の形態】まず始めに、光励起発光素子で共振機能を付加した場合を用いて、原理を説明する。

【0010】図 2 は従来の光励起構造の有機発光素子を示したものである。

【0011】本構成は、図2(a)に示すように、透明なガラス基板3上に化1で示されるアルミキレート層の発光層2を形成しその上に反射鏡を形成する金属薄膜層1



…(化1)

【0013】これに紫外ランプを用いて光を照射すると図2(b)に示すような発光スペクトルを得られることが分かっている。

【0014】図3(a)は図2(a)の構成に、共振機能を付加したもので、前記ガラス基板3と発光層2との間に酸化チタンと酸化シリコンの薄膜を多層に積層してハーフミラー層4を形成したものである。これにより、素子の発光波長に近い特性の波長を出力するものである。

【0015】この構成の発光スペクトルを図3(b)に示す。図のように波長500nm付近に発光のピークが見られる。

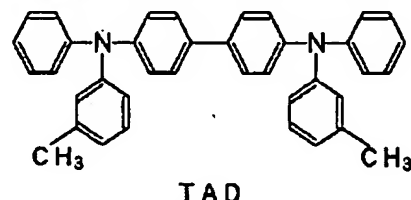
【0016】図4(a)は図3(a)に示す微小共振構造の発光素子の、発光層とハーフミラー層間にバッファ層5を設けたもので、このバッファ層5により発光波長より約1桁長い特性長の共振器としたものである。

【0017】図4(b)に図4(a)の発光スペクトルを示す。図のように、共振域内に複数のピークの発生が見られる。これは、共振器の特性長が長く、共振条件を満たす波長のそれぞれの間隔が短くなったためである。なお、ピークの包絡線は、略図1(b)の発光スペクトルの形状に近い形となっている。

【0018】図1に本発明の多重共振機能付きの有機発光素子の一例を示す。

【0019】図1(a)の構成は上記図3(a)で示した、光励起発光素子に本発明を適用したものである。

【0020】図1(a)では、透明のガラス基板3上に酸化チタン $TiO_2$ (膜厚54nm)と酸化シリコン $SiO_2$ (膜厚86nm)を5層積層した多層膜からなる第1のハーフミラー層4aを形成し、その上に酸化シリコンの透明膜を約2 $\mu m$ の厚さに積層する。次に $TiO_2$ (膜厚54nm)と $SiO_2$ (膜厚86nm)を4層積層した第2のハーフミラー層4bを形成し、その上に発



…(化2)

【0026】この製作方法は下記の手順で行う。

【0027】(1) まず、ガラス基板3を洗浄する。

を形成したものである。

【0012】

【化1】

光層として化1に示す昇華精製処理した同仁化学製のアルミオキシ錯体(以下ALQと略称する)を用いた350nmの厚さの膜を形成した。さらにその上に、金属薄膜の反射鏡を形成した。なお今回の素子では前記金属薄膜にはインジウムを用いて形成している。

【0021】上記構成の発光素子を用いて、発光の励起に紫外線ランプを用いて実験した結果の発光スペクトルを図1(b)に示す。図に示すように、図4(b)の発光スペクトルと同様に複数のピークが発生している。また、このピークの包絡線は図3(c)の発光スペクトルの形状に近い形になっている。すなわち、本構造とすることにより、図3(a)と図4(a)の構成の2つの発光波長の特徴を合わせ持っていることが分かる。

【0022】上記のように、2重共振構造とすることにより、複数の共振器の特性を組み合わせた素子を製作できるものである。

【0023】図5に、本発明の他の実施例を示す。図5(a)は有機EL素子に2重共振構造を適用した素子の断面図を示したものである。

【0024】図5(a)は、ガラス基板3の上に $TiO_2$ 層(54nm厚)と $SiO_2$ 層(86nm厚)を5層積層して構成したハーフミラー層4aを形成する。前記ハーフミラー層4aの上に厚さ2 $\mu m$ の酸化シリコンの透明膜のバッファ層5を形成し、その上にITOからなる透明電極7を設け、その上に化2に示すトリフェニルジアミン誘導体(以下TADと称す)層2-1(膜厚50nm)と先に説明したALQ層2-2(膜厚50nm)から成る発光層2を真空蒸着により形成している。発光層2の上にインジウム薄膜からなる電極としての金属薄膜層1を設けこの膜の発光層側を反射鏡面としても用いる構成としている。

【0025】

【化2】

【0028】(2) 次に、 $TiO_2$ と $SiO_2$ 層を交互にスパッタによりハーフミラー層4aを形成する。

【0029】(3) 形成された、ハーフミラー層4a上にスパッタにより厚さ約2 $\mu$ mの酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)よりなるバッファ層を形成する。

【0030】(4) 次に、(2)の工程と同様にTiO<sub>2</sub>とSiO<sub>2</sub>層を交互にスパッタによりハーフミラー層4aを形成する。

【0031】(5) 次に、ITO膜をやはりスパッタにより形成し、その後そのITO膜をエッチングにより電極パターンに形成する。

【0032】(6) 次に、前記電極上に先に述べたTADの薄膜を真空蒸着により形成する。

(7) 前記TAD薄膜の上にやはり真空蒸着によりALQの薄膜を形成する。

【0033】(8) 前記ALQ膜上に所定のマスクパターンを形成し、その後その上にインジウム薄膜を真空蒸着する。

【0034】上記工程の、スパッタの状態は、スパッタガスとしてAr+4%O<sub>2</sub>を用いる。またガス圧を1.3Pa、ガス流量値を10sccm、基板温度40℃(水冷却)、サンプルホルダの回転速度を4rpm、サンプルとターゲットの距離を50mm、供給するRFパワーはTiO<sub>2</sub>が2.6W/cm、SiO<sub>2</sub>が3.9W/cmとした。図5(c)に図5(a)の構成とした時の発光スペクトルを示す。このように、波長550nm付近にシャープなピークを有する光を得ることができる。この光が得られる理由は、先の図2から図4で説明した原理に基づいたものである。すなわち、発光層で発生した光は第1の共振器Aによって、図5(b-1)の特性の発光スペクトルの光が得られ、さらに共振器Bによって図5(b-2)の特性の発光スペクトルの光が得られる。図5

(c)はこの両者の特性を合成した発光スペクトルとなったものである。

【0035】本発明の構成とすることにより、それぞれの膜厚等を変更することにより任意の特定の波長の発光スペクトルを得ることができるものである。従って、設計上の自由度の大きな発光素子を提供できるものである。

【0036】なお今回の実施例ではシャープなピークの発光を膜垂直方向から得られるように設計したが、膜に対して斜め方向に設計することもできる。その場合、第1の共振器Aと第2の共振器Bの、それぞれの平均的な屈折率を一致させることができるか否かによって、正面からの測定角度により発光スペクトルの変化する状態を可変することができる。なお、今回の実施例でも、斜め方向でも類似の発光を見ることができることを確認した。

【0037】有機発光素子は、その素子の特性上発光スペクトルのピークの波長を発光波長程度の共振器を作成することができるが、別機能の素子をその共振器内に作り込むための膜厚的余裕が小さいため、上記構成とする

ことに2つの素子の機能を1つにまとめた素子を実現できる効果は大きい。

【0038】また、有機発光素子としては、上記実施例の発光層の構成以外に、良く知られている有機発光材料を用いて発光層を形成することもできることは言うまでもなく、蒸着による製造方法の他に塗布などによる製造も可能である。

【0039】さらに、本実施例では反射鏡として、全反射鏡1つと半反射鏡(ハーフミラー)2個を用いて2重の共振構造としているが、目的に応じてハーフミラー層とバッファ層の数を増やして多重の共振構造とすることも可能である。

【0040】図6に本発明の他の実施例の発光素子の断面を示す。

【0041】本実施例は、図5のバッファ層5の代わりに、光路長可変層を設けたものである。すなわち、図5の実施例の酸化シリコンのバッファ層5の代わりに、ITOからなる透明電極層6aとポリマー分散型の液晶層8とITOからなる透明電極層6bを設けたものである。前記液晶層8に印加する電圧を制御することにより屈折率を変化させものである。このように構成することにより、2つのハーフミラー層間の光学的な距離を可変するようにしたものである。尚、本図では光路長可変層として液晶を用いているが、可変フィルタ等を用いても同様の効果が得られる。

【0042】図6(b-1)から図6(b-3)に前記液晶層8に印加する電圧を変化させたときの発光スペクトルを示す。

【0043】図6(b-1)は、所定の電圧を印加したときの発光スペクトルで、この場合波長600nmに発光ピークが発生した。この印加電圧を上げていくと、図6(b-2)のようにほとんど発光ピークの発生が見られなくなる。この理由は、第1の共振器Aと第2の共振器Bのそれぞれで発生する発光波長が重ならなくなりあたかも発光していないようになっているものである。さらに印加電圧を大きくし共振器Bの特性が変化すると、図6(b-3)のように480nm付近に発光が現れるようになる。

【0044】このように、電圧を制御することにより発光ピークを可変できる発光素子を実現することにより、本素子の応用範囲を拡大できる。

【0045】なお、本実施例では液晶層とそれを駆動する電極層を設けることにより、共振器の見かけ上の距離を可変したが、この構成に限らず、電磁波や圧力、温度、磁力などを用い、見かけ上の光路長を可変できるものであれば、そのまま適用できることは言うまでもない。

【0046】以上の実施例では、ガラス基板3を用いたが、最上層である金属薄膜層1の部分に、ハーフミラー層を設けることによって基板と反対側の面の光を利用して

きる。また、横方向の光を利用する場合は、不透明基板とすることもできる。横方向の光を利用する場合は、3つの反射鏡のうち最低1つを半透過性とするのが必須要件となる。

【0047】半透過性の反射膜としては、誘電体多層膜、半透明金属膜、部分的に透過の窓を開けた全反射膜を用いることができる。

【0048】図7に本発明の発光素子を光通信に応用した一例を示す。

【0049】図において、光導波路10の一端部には光発光素子として前述までに説明した有機の発光素子11を設け、外部から入力された伝送情報をA/D変換処理して変換されたデジタル情報に応じて波長の異なる光信号に変換して、光導波路に出射する。光導波路の途中又は他端部には、導波路内の光信号を受信する受光変換素子13が設けられている。本図では導波路の途中に光信号を受光して電気信号に変換する受光変換素子13を、それぞれ受信する波長を異ならせて設ける構成を示してある。このように、構成することにより大量の通信データをそれぞれ異なる受信者に同時に送信することが可能となる。

【0050】図8に本発明の発光素子を光通信に応用した他の例を示す。

【0051】本実施例では、光導波路10に送信用に複数の有機の発光素子11と12を設け、ここで同時に複数の波長の異なる光信号を発信し、これを前記光導波路の途中に設けた複数の受光変換素子13によりそれぞれ異なる波長の光を受信するように構成してある。なお、複数の受光変換素子13の内の1つ又は複数全てを波長の光を受信できる受光素子からなる受光変換素子とすることにより特定の受信者に全ての情報を送信することも可能となる。

【0052】図9に図6に示した構成の発光素子を表示パネルに適用した場合の一実施例を示す。

【0053】ガラス基板上に本発光素子を一画素単位にマトリックス状に構成したもので、図に示すようにガラス基板3上に、ハーフミラー層4aを格子状に形成しその上に透明電極層6aを画素列毎に設ける（ハーフミラー層は格子状にしなくても良い）。その上に光路長を可変するため本実施例では液晶層を設けその上に透明電極6bを画素行毎に設ける、その上にハーフミラー層4bを積層し、前記ハーフミラー層4bの上部に画素列毎にITOからなる透明電極7を設ける。前記透明電極7の上部に発光部を構成するTAD薄膜2-2とALQ薄膜2-1を積層しその上に金属電極1を画素の行毎に形成する。金属電極のALQ薄膜2-1に接する面は全反射

の鏡面となるように形成されている。

【0054】本構成の装置は次のように動作する。

【0055】表示する画像情報に応じて金属薄膜層1と透明電極7に電圧を印加して所定の画素の発光素子を発光させる。この時の発光強度は印加する電圧を制御することにより多段階に可変することができる。また、発光色に関係する発光波長に関しては、透明電極6aと6bに印加する電圧を制御して、共振器を構成するハーフミラー層4a、4bと、反射鏡である金属薄膜層1間において、前記発光素子で発光した光の光路長を可変することによって、所定の色の波長の光を出力する。このように構成することによって、従来必要であったカラーフィルタ等を不要とし鮮明な画像を形成することができる。

【0056】

【発明の効果】本発明では、1つの発光素子で複数の発光素子の特性を組み合わせた特性の発光スペクトルを得られる効果がある。また、角度依存性などの特性を達成できる。さらに、膜厚設定に関しての自由度が得られるため、共振器の中に別個の機能を追加したデバイスを実現することができる。また、通信に本発光素子を用いることにより受信先の異なる大量のデータを同時に発信できる。更に、画像等を表示するディスプレイに適用することに簡単な制御で、鮮明な画像を形成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】2重共振構造を備えた光励起式の発光素子の一例の断面図である。

【図2】光励起式の発光素子の断面図である。

【図3】共振構造を備えた光励起式の発光素子の断面図である。

【図4】共振構造を備えた光励起式の発光素子の他の例の断面図である。

【図5】2重共振構造の有機EL素子の一例の断面図である。

【図6】2重共振構造の有機EL素子の他の例の断面図である。

【図7】2重共振構造の有機EL素子を光通信システムに応用した一例である。

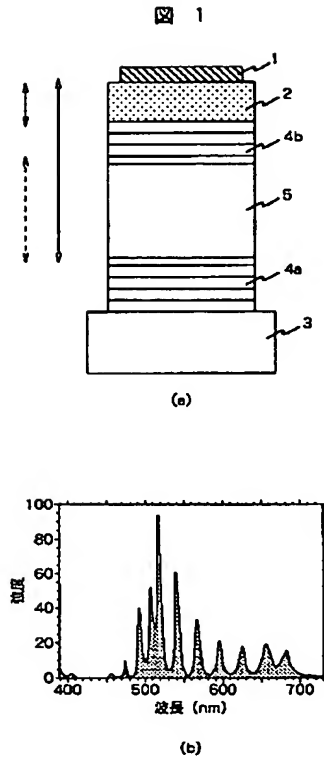
【図8】2重共振構造の有機EL素子を光通信システムに応用した他の例である。

【図9】2重共振構造の有機EL素子をディスプレイに応用した例である。

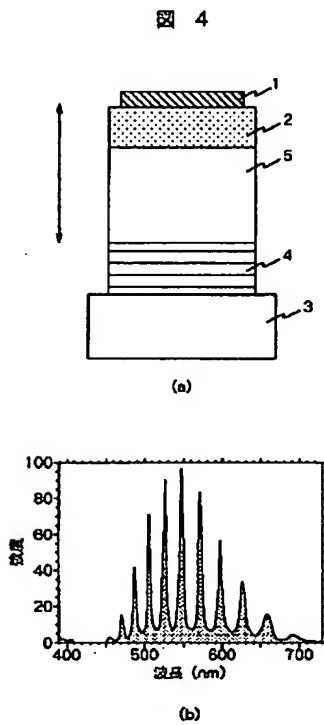
【符号の説明】

1…金属薄膜層、2…発光層、3…ガラス基板、4、4a、4b…ハーフミラー層、5…バッファ層、6a、6b…透明電極層、7…透明電極、8…液晶層。

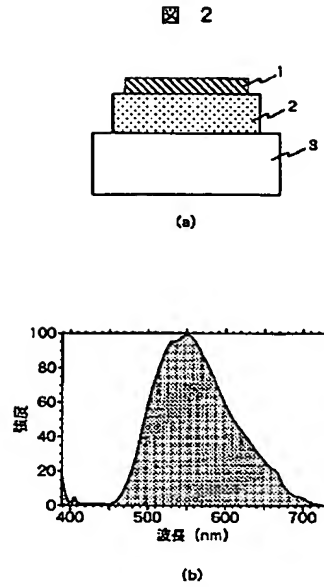
【図1】



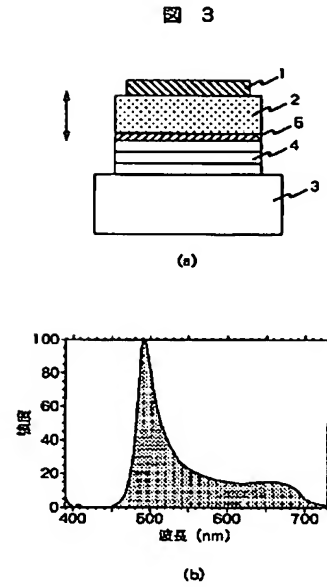
【図4】



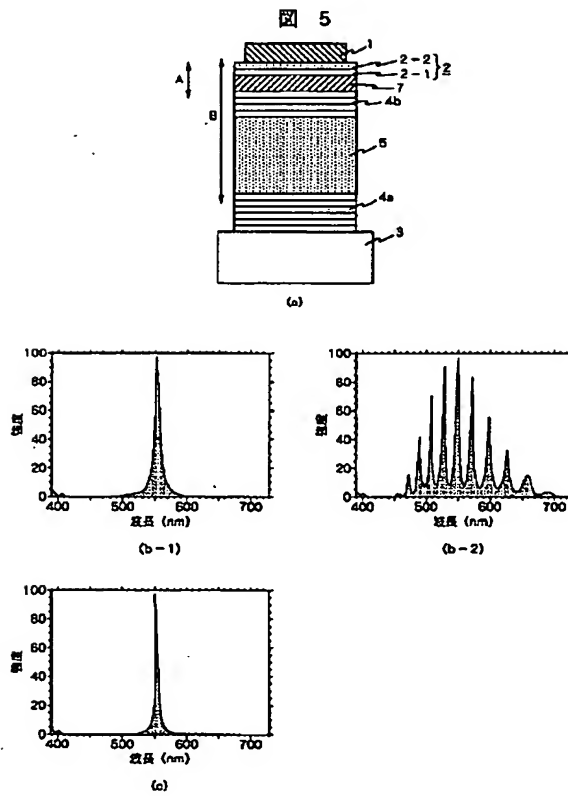
【図2】



【図3】

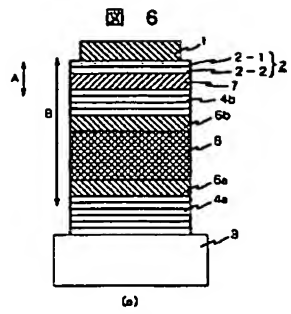


【図5】

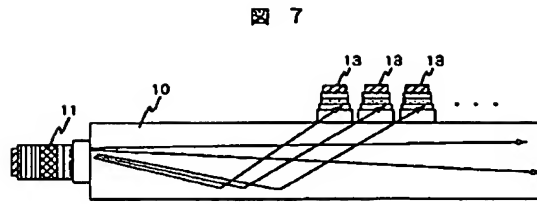




【図 6】

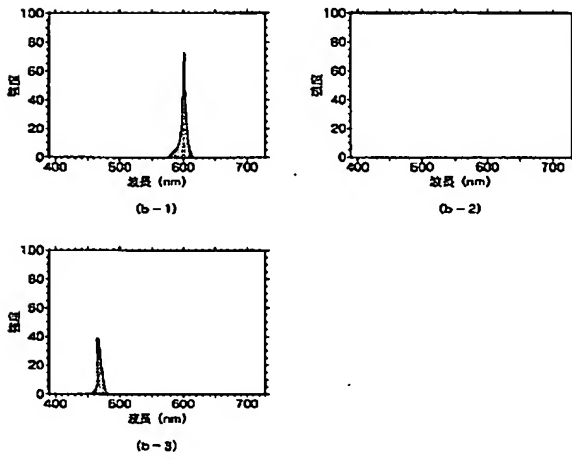
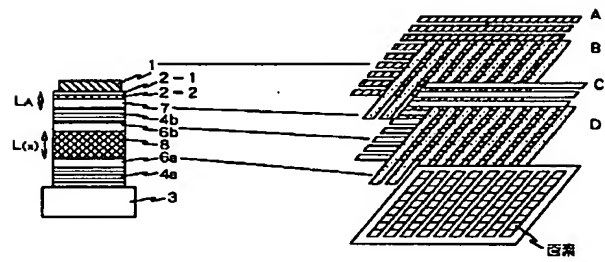


【図 7】



【図 9】

図 9



【図 8】

図 8

